酸化剂和牛至油替代硫酸黏杆菌素对断奶仔猪生长性能、腹泻率和盲肠微生物数量的影响

李兰海[1] 陈丽玲[1,2] 游金明[1*] 贺 琴[1] 卢亚飞[1] 郭晓波[1] 杨 晋[1]

（1.江西农业大学，江西省动物营养重点实验室，江西省营养饲料开发工程中心，南昌 330045；

2.江西中医药大学，南昌 330004）

摘 要：本试验旨在研究酸化剂和牛至油替代硫酸黏杆菌素对断奶仔猪生长性能、腹泻率和盲肠微生物数量的影响。试验采用单因素设计，选用胎次和体重相近的 26 日龄断奶仔猪 120 头，随机分为 3 个组，每组 5 个重复，每个重复 8 头仔猪。各组饲粮中均含 75 mg/kg 金霉素+10 mg/kg 恩拉霉素，此外，3 个组饲粮中分别添加 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素、0.15%酸化剂和 0.15%酸化剂+0.03%牛至油。试验期 14 d。结果表明：1）各组仔猪平均日增重、料重比和腹泻率差异不显著（$P>0.05$）。与其他 2 组相比，0.15%酸化剂组仔猪平均日采食量有增加趋势（$P=0.066$）。2）0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组盲肠沙门氏菌的数量显著低于 0.15%酸化剂组（$P<0.05$）；0.15%酸化剂+0.03%牛至油组盲肠双歧杆菌和乳酸杆菌的数量均显著高于 0.15%酸化剂组（$P<0.05$），但 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组和 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组之间差异不显著（$P>0.05$）。由此可知，饲粮中在添加 75 mg/kg 金霉素+10 mg/kg 恩拉霉素的基础上，再添加 0.15%酸化剂或 0.15%酸化剂+0.03%牛至油对断奶仔猪生长性能的影响与添加 0.10%硫酸黏杆菌素相似；饲粮中添加 0.15%酸化剂+0.03%牛至油同时还有助于提高盲肠有益菌的数量，效果与添加 0.10%硫酸黏杆菌素相当。因此，饲粮中添加酸化剂和牛至油可以替代硫酸黏杆菌素在断奶仔猪饲粮中使用。

关键词：酸化剂；牛至油；硫酸黏杆菌素；断奶仔猪；生长性能；盲肠微生物

收稿日期：2017-11-03
基金项目：江西省生猪产业技术体系项目（JXARS-03-营养与饲料岗位）
作者简介：李兰海（1991—），男，广西柳城人，硕士研究生，研究方向为猪营养与饲料科学。E-mail： 879008853@qq.com
*通信作者：游金明，教授，博士生导师，E-mail： youjinm@163.com

中图分类号：S828　　　　　　　　文献标识码：　　　　　　　　　　文章编号：

仔猪早期断奶技术已成为现代化养猪生产中重要的技术之一，该技术能够提高母猪的年生产力、猪场的经济效益等[1]。但仔猪断奶时由于环境、饲料等突然变化，加上断奶时仔猪免疫、消化功能尚未完全发育，胃酸分泌不足和肠道微生物区系不平衡等诸多因素，易引发"仔猪早期断奶综合征"[2-4]。"仔猪早期断奶综合征"一直是阻碍养猪业发展的原因之一，对养猪业造成极大的经济损失[5]。饲粮中添加抗生素能够提高断奶仔猪的抗病力、生长性能，增加经济效益，因此被广泛用于畜禽生产[6-7]。然而，抗生素的长期乱用、滥用导致畜产品药物残留、环境污染等现象[8-9]。在"饲料禁抗"的大环境下，寻求合适的抗生素替代品和替代方案是当务之急。目前，抗生素替代品的研究主在要集中在酸化剂、益生素和植物提取物等产品上，且酸化剂、植物提取物已被证实能够提高仔猪的生长性能和免疫能力。Henry 等[10]研究表明，饲粮中添加酸化剂可以提高仔猪生长性能，降低腹泻率。而饲粮中添加牛至油可以预防和治疗仔猪肠道感染，降低腹泻率，提高生长性能[11]。虽然酸化剂、植物提取物种类繁多，却没有统一的使用标准，且酸化剂和植物提取物联合使用是否能够促进仔猪的生长、改善仔猪肠道微生物区系的研究鲜有报道。在实际生产应用中，猪场一般采用酸化剂和硫酸黏杆菌素一起使用来预防疾病，而随着硫酸黏杆菌素被禁用后，急需寻找替代硫酸黏杆菌素的方案。因此，本试验旨在研究用 0.15%酸化剂或 0.15%酸化剂+0.03%牛至油替代硫酸黏杆菌素对断奶仔猪生长性能、腹泻率和盲肠微生物的影响，为酸化剂和牛至油在断奶仔猪中的合理应用提供理论依据。

1　材料与方法。

1.1　试验材料

硫酸黏杆菌素（10%）购自于市场，酸化剂（甲酸≥28.0%、丙酸≥14.0%）、牛至油均由英国安彭利（上海）生物科技有限公司提供。

1.2　试验动物和分组设计

选用胎次和体重相近的26日龄断奶仔猪120头，随机分为3个组，每组5个重复，每个重复8头仔猪。各组中均含75 mg/kg金霉素+10 mg/kg恩拉霉素，此外，3个组分别饲喂添加0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素、0.15%酸化剂和0.15%酸化剂+0.03%牛至油的试验饲粮。试验期14 d。

1.3　试验饲粮和饲养管理

仔猪饲喂玉米-豆粕型基础饲粮。饲粮配方参照NRC（2012）和我国《猪饲养标准》（NY/T 65-2004）配制，试验饲粮组成及营养水平见表1。试验猪采用群饲，自由采食，自由饮水。卫生、消毒和免疫程序按猪场常规方法进行。

表1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets （air-dry basis）　%

项目 Items	含量 Contents		
	0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group	0.15%酸化剂组 0.15% acidifier group	0.15%酸化剂+0.03%牛至油组 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group
原料 Ingredients			
玉米 Corn	59.77	59.52	59.59
去皮豆粕 Peeled soybean meal	9.90	10.00	10.40
膨化大豆 Expanded soybean	16.20	16.30	15.80
豆油 Soybean oil	2.00	2.00	2.00
进口鱼粉 Imported fish meal	3.50	3.50	3.50
进口乳清粉 Imported whey powder	4.00	4.00	4.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.90	0.90	0.90
石粉 Limestone	0.80	0.80	0.80
氯化钠 NaCl	0.33	0.33	0.33
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-lysine•HCl	0.50	0.50	0.50
DL-蛋氨酸 *DL*-methionine	0.25	0.25	0.25
L-苏氨酸 *L*-threonine	0.40	0.40	0.40
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.05	0.05	0.05
氧化锌 Zinc oxide	0.30	0.30	0.30
酸化剂 Acidifiers	0.10	0.15	0.15
牛至油 Oregano oil			0.03
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00

合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]			
粗蛋白质 CP	19.20	19.20	19.20
消化能 DE/(MJ/kg)	3.50	3.50	3.50
赖氨酸 Lys	1.38	1.38	1.38
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.87	0.87	0.87
苏氨酸 Thr	1.08	1.08	1.08
钙 Ca	0.80	0.80	0.80
总磷 TP	0.64	0.64	0.64
有效磷 AP	0.44	0.44	0.44

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diet：Fe 180 mg，Mn 40 mg，Zn 125 mg，Se 0.28 mg，Co 1.5 mg，I 0.3 mg，Cu 10 mg，VA 17 500 IU，VD_3 6 000 IU，VE 220 mg，VK 12 mg，VB_1 5 mg，VB_2 18 mg，VB_6 9 mg，*D*-泛酸钙 *D*-pantothenic acid 70 mg，胆碱 choline 5 000 mg，*D*-生物素 *D*-biotin 1.5 mg，VB_{11} 0.3 mg，VB_{12} 0.024 mg，叶酸 folic acid 10 mg，金霉素 chlortetracycline and 75 mg，恩拉霉素 enramycin 10 mg。

[2)]营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 样品采集及处理

在试验第 14 天时，从每个重复随机选 1 头仔猪屠宰后，立即取盲肠中段肠管样品 6 cm 左右，两端双线结扎，锡箔纸包被，再用保鲜膜连同棉线一端裹好，另一端贴好标签纸，待测。

1.5 测定指标

1.5.1 生长性能的测定

正式试验开始后，观察并记录每一天仔猪数和采食量，淘汰或者死亡仔猪应及时称重并做好记录。于试验第 1、14 天清晨对仔猪进行空腹个体称重，并以组为单位记录相应的饲料消耗量。计算平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）、料重比（F/G）。

1.5.2 腹泻率的测定

记录仔猪腹泻情况，每天上、下午喂料之前记录每窝拉稀的份数。

腹泻率（%）=[总腹泻次数/（总只数×试验天数）]×100。

1.5.3 盲肠微生物数量的测定

无菌称取盲肠内容物 0.5 g 于青霉素瓶，加入 5 mL 生理盐水，旋涡振荡器振荡 3~5 min，用微量移液枪准确吸取 0.5 mL 稀释液至盛有 4.5 mL 生理盐水的青霉素瓶中，振荡 1~2 min，依次

稀释 10^{-1}、10^{-2}、10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}、10^{-6}。分别将盲肠内容物稀释液接种于相应的培养基平皿上，每种指标检测 5 个稀释梯度，每个梯度设 3 个重复，37 ℃培养 24 h 后进行菌落计数。细菌接种培养基见表 2。

表 2　细菌接种培养基

Table 2　Bacterial inoculation medium

项目 Items	培养基 Medium
大肠杆菌 *Escherichia coli*	伊红美兰琼脂 Eimerian agar agar medium
沙门氏菌 *Salmonella*	HE 琼脂培养基 HE agar medium
双歧杆菌 *Bifidobacterium*	BBL 培养基 BBL medium
乳酸杆菌 *Lactobacillus*	MRS 培养基 MRS medium
总需氧菌 Total aerobic bacteria	普通培养基 Ordinary medium

1.6　数据处理与统计分析

试验数据用 Excel 2013 软件进行处理后，采用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)，Duncan 氏法进行多重比较，结果用平均值±标准误表示，以 P<0.05 为差异显著，0.05≤P≤0.10 为差异有显著趋势。

2　结　果

2.1　酸化剂和牛至油对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

由表 3 可知，各组仔猪 ADG、ADFI 和 F/G 均无显著差异（P>0.05）。与 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组相比，0.15%酸化剂组和 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组仔猪 ADFI 有增加趋势（P=0.066），且分别比 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组提高了 10.94%和 3.56%。各组之间仔猪腹泻率差异不显著（P>0.05），但 0.15%酸化剂组、0.15%酸化剂+0.03%牛至油组腹泻率分别比 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组降低了 22.04%和 20.10%。

表 3　酸化剂和牛至油对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

Table 3　Effect of acidifier and oregano oil on growth performance and diarrhea rate of weaned piglets

项目 Items	0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group	0.15%酸化剂组 0.15% acidifier group	0.15%酸化剂+0.03%牛至油组 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group	*P* 值 *P*-value
初重 Initial weight/kg	7.71±0.10	7.69±0.08	7.66±0.09	0.921

末重 Final weight/kg	10.08±0.13	10.30±0.16	10.10±0.11	0.487
平均日增重 ADG/g	168.37±3.34	186.79±6.93	174.36±2.99	0.066
平均日采食量 ADFI/g	333.48±5.39	361.43±15.77	332.86±11.04	0.207
料重比 F/G	1.98±0.04	1.94±0.07	1.91±0.04	0.683
腹泻率 Diarrhea rate/%	8.71±1.23	6.79±2.42	6.96±2.10	0.793

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2 酸化剂和牛至油对断奶仔猪盲肠微生物数量的影响

由表 4 可知，0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组盲肠沙门氏菌的数量显著低于 0.15%酸化剂组（*P*<0.05）。0.15%酸化剂+0.03%牛至油组盲肠双歧杆菌和乳酸杆菌的数量均显著高于 0.15%酸化剂组（*P*<0.05），但 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组和 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组之间差异不显著（*P*>0.05）。各组之间盲肠大肠杆菌、总需氧菌的数量差异不显著（*P*>0.05）。

表 4 酸化剂和牛至油对断奶仔猪盲肠微生物数量的影响

Table 4 Effects of acidifier and oregano oil on caecal microorganism number of weaned piglets lg（CFU/g）

项目 Items	0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group	0.15%酸化剂组 0.15% acidifier group	0.15%酸化剂+0.03%牛至油组 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group	*P* 值 *P*-value
大肠杆菌 *Escherichia coli*	5.39±0.10	5.37±0.11	5.63±0.22	0.448
沙门氏菌 *Salmonella*	5.39±0.04^{a}	5.75±0.11^{b}	5.64±0.08^{ab}	0.034
双歧杆菌 *Bifidobacterium*	6.63±0.14^{ab}	6.40±0.03^{a}	6.74±0.10^{b}	0.044
乳酸杆菌 *Lactobacillus*	6.81±0.03^{ab}	6.71±0.03^{a}	6.87±0.04^{b}	0.023
总需氧菌 Total aerobic bacteria	6.33±0.17	6.40±0.13	6.40±0.21	0.938

3 讨 论

3.1 酸化剂和牛至油对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

仔猪“早期断奶综合征”给养殖者带来重大的经济损失，抗生素虽然在提高生长性能和防治疾病等方面具有很好的效果，但药物残留和细菌耐药性问题较为严重[12-13]。研究显示，酸化剂和植物提取物在抗病促生长上具有抗生素的同等功效，可用于替代抗生素[14-15]。Wang 等[16]用竹醋替代抗生素饲喂断奶仔猪，结果发现竹醋组仔猪末重、ADFI、ADG 和 F/G 与抗生素组相比无显著

差异。研究表明，酸化剂对断奶仔猪的影响主要在断奶后 2 周，因为在断奶早期仔猪胃酸分泌不足，而断奶后 4~5 周才恢复正常[17]。Hahn 等[18]研究也得到相似的结果，即饲粮中添加乳酸能够提高断奶 1~3 周后仔猪的 ADG 和 ADFI，显著降低断奶 2 周后仔猪胃、十二指肠、空肠和回肠 pH。张旭晖等[19]研究发现，有机酸或有机酸+仙人掌提取物均能提高仔猪 F/G，降低腹泻率，提高仔猪的生长性能。进一步证实了酸化剂和植物提取物联用对仔猪生长有一定的促进作用。牛至油是从植物牛至中提取的，具有良好的抗菌和促生长作用，畜禽服用后无药物残留，是环保、安全的绿色添加剂。黄国清等[20]研究了用牛至油替代抗生素对仔猪生长性能的影响，结果表明牛至油组与金霉素组相比，仔猪 F/G 和腹泻率降低。

本试验中，0.15%酸化剂组和 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组断奶仔猪 F/G 与 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组相比分别降低了 2.02%和 3.53%；而断奶仔猪腹泻率分别比 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组降低了 22.04%各 20.10%。这说明酸化剂或酸化剂+牛至油对降低断奶仔猪 F/G 和腹泻率上有一定的促进作用。Giannenas[21]研究也发现，甲酸对仔猪的生长性能有促进效果。卢娜[22]在饲粮中添加 0.4％的酸化剂，结果发现仔猪 ADG 和粗蛋白质表观消化率显著提高，且 F/G 显著降低。F/G 是生产中的重要指标之一，其关系着整个猪场的经济效益。本试验中 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组 F/G 低于其他各组，效果最好。综合生长性能的数据可知，饲粮中在添加 75 mg/kg 金霉素+10 mg/kg 恩拉霉素的基础上，0.15%酸化剂组或 0.15%酸化剂+0.03%牛至油组断奶仔猪的生长性能与 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组相似，甚至优于 0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组，酸化剂或酸化剂+牛至油可替代硫酸黏杆菌素应用于断奶仔猪饲粮中。

3.2 酸化剂和牛至油对断奶仔猪盲肠微生物数量的影响

畜禽肠道内生存着种类繁多、数量巨大的微生物群，畜禽肠道的健康是保证其正常生长的关键，而肠道微生物菌群的稳定和平衡又是肠道健康的重要保障之一。仔猪早期断奶，肠道微生物区系不稳定，而生理、环境、营养等断奶应激条件都会导致仔猪肠道微生物菌群失衡，这是引起仔猪腹泻的重要原因之一[23-24]。猪盲肠体积大而且有较多食糜停留，因此寄居的细菌群落数量最

大、种类最多。乳酸杆菌、双歧杆菌为有益菌，沙门氏菌为有害菌，大肠杆菌为兼性菌。在机体正常情况下，大肠杆菌保持动态平衡，不会对机体产生不良影响。但当机体处于应激或者免疫力下降等状态时，大肠杆菌是导致仔猪腹泻的重要因素[25]。饲用抗生素能够抑制或杀灭特异性微生物，在一定程度上改善仔猪腹泻。肠道微生物还受肠道酸度的影响，添加酸化剂可以调节肠道微生物的平衡。有研究指出，酸化剂提高饲料转化率、体重和仔猪氮平衡的作用可能与胃肠道中的有害细菌数量降低有关[26]。Blomberg等[27]发现，饲粮中添加甲酸和乳酸显著降低了仔猪肠道中大肠杆菌数量。研究还发现，缓释复合酸化剂与抗生素联合使用可显著降低仔猪肠道大肠杆菌数量，增加乳酸杆菌数量，并且作用效果优于单独添加酸化剂或抗生素[28]。

牛至油的活性成分具有较强的表面活性和脂溶性，能迅速穿透病原微生物的细胞膜，使内容物流失，并有效阻止线粒体内的呼吸氧化过程，使病原微生物丧失能量而死亡，对大肠杆菌、沙门氏菌等革兰氏阴性菌具有较强的杀灭作用，有效地减少肠道内有害细菌数量，同时显著地提高双歧杆菌和乳酸菌等有益菌的数量[29-30]，从而有效地降低仔猪的腹泻率与死亡率[31]。

从本试验的研究结果来看，0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组与0.15%酸化剂组相比，显著降低了盲肠沙门氏菌的数量；0.15%酸化剂+0.03%牛至油组与0.15%酸化剂组相比，显著增加了盲肠乳酸杆菌和双歧杆菌的数量。这可能与牛至油本身就具有很强的杀灭或抑制有害菌的作用有关，加上酸化剂对肠道的作用，起到了双重的效果[15]。总体来看，饲粮中在添加75 mg/kg金霉素+10 mg/kg恩拉霉素的基础上，0.15%酸化剂+0.03%牛至油组对断奶仔猪盲肠微生物的影响与0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组的效果相当，甚至略优于0.10%酸化剂+0.10%硫酸黏杆菌素组，说明酸化剂+牛至油可替代硫酸黏杆菌素在仔猪饲粮中添加。

4 结 论

饲粮中在添加 75 mg/kg 金霉素+10 mg/kg 恩拉霉素的基础上：

① 用 0.15%酸化剂或 0.15%酸化剂+0.03%牛至油替代 0.10%硫酸黏杆菌素菌后，仔猪的生产性能有一定程度的改善，腹泻率降低；

② 0.15%酸化剂+0.03%牛至油能够提高仔猪盲肠有益菌数量，降低有害菌数量，作用效果与 0.10%硫酸黏杆菌素相似。酸化剂+牛至油可以替代硫酸黏杆菌素在断奶仔猪饲粮中添加。

参考文献：

[1] LI D F,NELSSEN J L,REDDY P G,et al.Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig[J].Journal of Animal Science,1990,68(6):1790–1799.

[2] TSILOYIANNIS V K,KYRIAKIS S C,VLEMMAS J,et al.The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea[J].Research in Veterinary Science,2001,70(3):287–293.

[3] 刘文辉.复合酸化剂对断奶仔猪生长性能、抗氧化功能及内分泌功能等的影响[D].硕士学位论文.福州:福建农林大学,2013.

[4] 钱仲仓.控释型丁酸的制备及其对早期断奶仔猪肠屏障影响的研究[D].硕士学位论文.杭州:浙江大学,2010.

[5] DENG Z Y,ZHANG J W,WU G Y,et al.Dietary supplementation with polysaccharides from *Semen cassiae* enhances immunoglobulin production and interleukin gene expression in early-weaned piglets[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2007,87(10):1868–1873.

[6] GOMES F E,FONTES D O,SALIBA E O S,et al.Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém desmamados[J].Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia,2007,59(5):1270–1277.

[7] 贺琴,王自蕊,游金明,等.酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和小肠黏膜形态结构的影响[J].动物营养学报,2016,28(11):3536–3541.

[8] SALISBURY J G,NICHOLLS T J,LAMMERDING A M,et al.A risk analysis framework for the long-term management of antibiotic resistance in food-producing animals[J].International Journal of Antimicrobial Agents,2002,20(3):153–164.

[9] 韩庆功,宋云义,崔艳红,等.牛至油对仔猪生产性能、抗体水平及粪便微生物的影响[J].河南农业科学,2016,45(7):113–117.

[10] HENRY R W,PICKARD D W,HUGHES P E.Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets[J].Animal Production,1985,40(3):505–509.

[11] 曹建国,潘正伟,陈正华,等.牛至油在仔猪饲料中的抗菌促生长效果[J].上海畜牧兽医通讯,2004(1):24–25.

[12] GHEISARI A A,HEIDARI M,KERMANSHAHI R K,et al.Effect of dietary supplementation of protected organic acids on ileal microflora and protein digestibility in broiler chickens[C]//Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition.Strasbourg：[s.n.],2007:519–522.

[13] PARTANEN K,SILJANDER-RASI H,PENTIKÄINEN J,et al.Effects of weaning age and formic acid-based feed additives on pigs from weaning to slaughter[J].Archives of Animal Nutrition,2007,61(5):336–356.

[14] FALKOWSKI J F,AHERNE F X.Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition[J].Journal of Animal Science,1984,58(4):935–938.

[15] 杨世红,李美玉,战欣梅.牛至油替代抗生素对断奶仔猪生产性能及抗病力的影响[J].山东畜牧兽医,2009,30(7):5–6.

[16] WANG H F,GAO K,WANG C,et al.Effects of feeding bamboo vinegar and acidifier as an antibiotic substitute on the growth performance and intestinal bacterial communities of weaned piglets[J].Acta Agriculturae Scandinavica,Section A:Animal Science,2013,63(3):143–150.

[17] CRANWELL P D,DE NOAKES E,HILL K J.Gastric secretion and fermentation in the suckling pig[J].British Journal of Nutrition,1976,36(1):71.

[18] HAHN T W,LOHAKARE J D,LEE S L,et al.Effects of supplementation of β-glucans on growth performance, nutrient digestibility, and immunity in weanling pigs[J].Journal of Animal Science,2006,84(6):1422–1428.

[19] 张旭晖,王恬,冀凤杰,等.有机酸化剂对断奶仔猪生长性能和肠道健康的影响[J].动物营养学报,2012,24(3):507–514.

[20] 黄国清,付水广.用牛至油替代抗生素对仔猪生产性能的影响[J].粮食与饲料工业,2006(10):35–36.

[21] GIANNENAS I A.Organic acids in pig and poultry nutrition[J].Feed Additives,2006,57(1):51–62.

[22] 卢娜.日粮中添加不同酸化剂对断奶仔猪的应用研究[D].硕士学位论文.乌鲁木齐:新疆农业大学,2008.

[23] 孔祥杰,姜海龙,蔡维北,等.黄芪茎叶对断奶仔猪盲肠微生物区系的影响[J].中国畜牧杂志,2017,53(3):117–120,124.

[24] 郑兰,李亚雄.抗生素及其替代物在畜禽肠道内的作用及其对肠道微生物和形态结构的影响[J].国外畜牧学(猪与禽),2017,37(1):50–55.

[25] 许丛丛,陈小连,朱丽慧,等.复合抗氧化剂对早期断奶仔猪肠道主要菌群的影响[J].饲料研究,2012(4):4–7.

[26] WANG H F,WANG J L,WANG C,et al.Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets[J].Livestock Science,2012,144(1/2):173–180.

[27] BLOMBERG L,HENRIKSSON A,CONWAY P L.Inhibition of adhesion of Escherichia coli K88 to piglet ileal mucus by *Lactobacillus* spp.[J].Applied and Environmental Microbiology,1993,59(1):34–39.

[28] 晏家友,贾刚,王康宁,等.缓释复合酸化剂对断奶仔猪消化道酸度及肠道功能的影响[J].畜牧兽医学报,2009,40(12):1747–1754.

[29] 廖三赛,袁海春.晶绿福(牛至油)与抗生素对仔猪生产性能的影响[J].养殖与饲料,2003(7):6–7.

[30] 陈会良,袁向阳,黄磊,等.牛至油对仔猪肠道微生物菌群的影响[J].中兽医医药杂志,2005,24(6):32–33.

[31] 邱楚武.牛至油在仔猪饲料中的应用试验[J].粮食与饲料工业,2003(7):32.

Effects of Acidifier and Oregano Oil Instead of Colistin Sulfate on Growth Performance, Diarrhea Rate and Caecal Microorganism Number of Weaned Piglets

LI Lanhai[1] CHEN Liling[1,2] YOU jinming[1*] HE Qin[1] LU Yafei[1] GUO Xiaobo[1] YANG Jin[1]

(*Nutrition Feed Development Engineering Center of Jiangxi Province, Key Laboratory of Animal Nutrition in Jiangxi Province, Jiangxi Agricultural University, Nanchang* 330045*, China*; 2. *Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine*, *Nanchang* 330004, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of acidifier and oregano oil instead of colistin sulfate on growth performance, diarrhea rate and caecal microorganism number of weaned piglets. The single factor design was used in the experiment, one hundred and twenty 26-day-old

piglets with similar parity and body weight were randomly divided into three groups with five replicates in each group and eight piglets in each replicate. Diets in each group were contained 75 mg/kg chlortetracycline and 10 mg/kg enramycin. In addition, pigs in three groups were fed 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate, 0.15% acidifier and 0.15% acidifier+0.03% oregano oil experimental diets, respectively. The experiment lasted for 14 days. The results showed as follows: 1) there were no significant differences on average daily gain, ratio of feed to gain and diarrhea rate of weaned piglets among all groups (P>0.05). Compared with 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group and 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group, the average daily feed intake of 0.15% acidifier group had a trend to increase (P=0.066). 2) The caecal *Salmonella* number of 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group was significantly lower than that of 0.15% acidifier group (P<0.05), the numbers of *Bifidobacteria* and *Lactobacillus* in cecum of 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group were significantly higher than those of 0.15% acidulant group (P<0.05), but there were no significant differences between the 0.15% acidifier+0.03% oregano oil group and 0.10% acidifier+0.10% colistin sulfate group (P>0.05). Accordingly, on the basis of the diets added 75 mg/kg chlortetracycline and 10 mg/kg enramycin, the effects of 0.15% acidifier or 0.15% acidifier+0.03% oregano oil on the growth performance of weaned piglets are similar to 0.10% colistin sulfate, 0.15% acidulant+0.03% oregano oil also can increase the number of beneficial bacteria in cecum which is similar to 0.10% colistin sulfate. So the diets added acidifier and oregano oil can replace the colistin sulfate use in weaned piglets' diets.

Key words: acidifier; oregano oil; colistin sulfate; weaned piglets; growth performance; caecum microorganism

---

*Corresponding author, professor, E-mail: youjinm@163.com (责任编辑　武海龙)